

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the technique of detecting the structure of an eye from a portrait image.

[0002]

[Description of the Prior Art] From a portrait image, it explains based on reference "the description line extraction from the line drawing image of a face" (the Okada, Kiriya, Nakamura and ****, and Kogakuin University research report No. 48 April, Showa 60) as the upper eyelid line of an eye, and an example of the conventional method which detects an eye's inner corner and an outer-canthus point.

[0003] In drawing 2, it supposes that the input image 31 with which near the eye is photoed is given, and a x axis and the y-axis are made into the axis of abscissa and the direction of an axis of ordinate of this drawing, respectively. At this time, the primary differential operator of a x axis with the property according to the property of an eye and the direction of the y-axis is applied to the above-mentioned input image 31. This primary differential operator is suitable for detecting the ** -> dark in an image, or change to dark -> **. The pixel from which this operator output serves as the maximal value by the above-mentioned x.y-car shaft orientations, respectively is used as the edge of each of these shaft orientations, and that output is given by the above-mentioned primary differential operator's output reinforcement.

[0004] Label attachment of 8 connection is performed in the edge images of each of these x-y each shaft orientations, and a segment is constituted. Near 8 pixel a1 when setting an attention pixel to a0 in drawing 3 with constituting a segment from 8 connection -- It is the technique of judging whether an edge pixel exists in a8. Moreover, it asks for an average and distribution of edge reinforcement for this every segment. When an average and distribution of this edge reinforcement are small, it thinks that the segment does not constitute an upper eyelid, binary-ized processing is performed with a suitable threshold, and drawing 4 and drawing 5 which are the edge binary image of x-y each shaft orientations are obtained.

[0005] Here, an upper eyelid line consists of one edge segment, and I think that this edge segment is convex and is carrying out characteristic distribution whose concentration distribution inside the closed curve made from the straight line which connects the endpoint and endpoint of this segment and this segment contains many for dark parts, such as a pupil and an eyelash part. Moreover, I think that an eye's inner corner and an outer-canthus point are both-ends points of the above-mentioned edge segment. Detection processing of an upper eyelid line, and an eye's inner corner and an outer-canthus point is explained to a detail below.

(1) Extract a convex segment from drawing 5. Here, the definition of things with a convex segment is defined as follows based on drawing 6.

[0006] (1a) If the longest distance found by the straight line passing through the endpoint and endpoint of a segment and the above (1a) which is perpendicular to it, finds distance with the point of the arbitration on a segment, and searches for the point used as the longest distance (1b) is located above the straight line passing through the endpoint and endpoint of a segment, it will be defined as convex.

(2) Set to 2a the die length of the segment which passes along the pixel [9th] point from the endpoint and point of the direction in which an eye's inner corner is located in the segment of the convex on drawing 5 paying attention to one of them. Only a develops this segment further in the direction of an eye's inner corner, and an isosceles triangle as shown in drawing 7 of base 2a and height 3a is set up. Furthermore, in this triangle, the segment which exists in the continuous-line section on drawing 7 which is below the horizontal position of an endpoint is extracted from the image of drawing 4 .

(3) It is the straight line set up above (2) .I1 It carries out and is I1. It is the straight line which passes along the point which separated 4 pixels from the intersection with the detected line right and left I2 It is I1 when it carries out. I2 The angle theta to make is searched for (refer to drawing 8).

(4) If the line detected above (2) follows it, theta must be small to some extent. Then, threshold Ththeta of the include angle is defined suitably, and it is $\theta \leq \text{Ththeta}$. (1)

The line to satisfy is extracted. When two or more segments detected above (2) exist, theta extracts the segment which is min.

(5) Apply (4) from the above (2) to all convex segments. The processed convex segment and the segment extracted to each are connected, and turns into a candidate segment of an upper eyelid line.

(6) Set up a closed curve as shown in drawing 9 by the straight line passing through an endpoint and an endpoint paying attention to one of the candidate lines of an upper eyelid line.

(7) Frequency for high concentration value part more than threshold ThG given by the formula (2) within each closed curve (point section of drawing 9) It asks.

[0007]

$$\text{ThG} = (\text{Gmax} - \text{Gmin}) / 5 \quad (2)$$

However, Gmax-Gmin is taken as the max in a closed curve, and the minimum concentration value.

(8) Extract the line by which the frequency of the high concentration value calculated above (7) serves as max as an upper eyelid line. On the other hand, a setup of the candidate field of an eye is redone noting that an upper eyelid line does not exist, when all lines do not contain a part for high concentration value part at all.

(9) Remove the wrinkle of the outer canthus detected superfluously from the detected upper eyelid line. It is perpendicular to the straight line passing through the endpoint and endpoint of an upper eyelid line, and it, distance with the point of the arbitration on a line is found, and the point used as the longest distance is searched for.

(10) Find the same distance as the above (9) by the point searched for above (9) and the endpoint by the side of an outer canthus. From the longest distance point to the endpoint by the side of an outer canthus is removed (refer to drawing 10).

The purpose was reached by making into an upper eyelid line the segment acquired by the above processing, and making the both-ends point into an eye's inner corner and an outer-canthus point.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Many parameters which must be adjusted in order to operate well the conventional detection approach of of said upper eyelid, and an eye's inner corner and an outer-canthus point to the given image existed. Moreover, the processing itself is complicated and adjustment of the parameter at the time of not operating well is difficult. Moreover, the outer-canthus point was smoothly connected with the wrinkle only for the edge information used here, and the judgment of being an outer-canthus point was weak to the conditions of lighting etc. in order not to obtain ***** to delicate decision. Moreover, although the eye's inner corner and the outer-canthus point have been acquired on the conditions near the curvature of a segment, depending on the location of an eyelid with a fold, the detection result has been influenced greatly.

[0009] The purpose of this invention is not influenced in the first place of lighting conditions etc.. It is acquiring the value of the person proper of a processing object. The second purpose is permitting the effect by aging or the eyelid with a fold.

[0010]

[Means for Solving the Problem] When the image which photoed near the eye of a person face is investigated in the direction of a jaw from the top of the head, the detection approach of the upper eyelid field of this invention It is characterized by detecting the field where brightness is inserted the point of changing from ** tacitly, and in that it changes from ** to dark and **, and the width of face of this field being wider than the threshold on the basis of ****, and detecting an upper eyelid field as a field where the average of the brightness value in this field is the darkest.

[0011] Moreover, the detection approach of of the eye's inner corner, outer canthus, and upper eyelid field of this invention An upper eyelid field is detected from the image which photoed near the eye of a person face, the brightness on said image searches for the darkest point as compared with the surroundings, and the upper eyelid line candidate point group of an eye's inner corner and an outer-canthus point, and its neighborhood is detected. Said upper eyelid field, It is characterized by taking an OR with said upper eyelid candidate point group, and detecting the upper eyelid line of an eye's inner corner and an outer-canthus point, and its neighborhood.

[0012] The detection approach of the structure of an eye of this invention detects an upper eyelid field from the image which photoed near the eye of a person face, and detects the 1st upper eyelid candidate point group of an eye's inner corner and an outer-canthus point, and its neighborhood from said image. Moreover, said upper eyelid field, Take an OR with said 1st upper eyelid candidate point group, and the 1st upper eyelid line of an eye's inner corner and an outer-canthus point, and its neighborhood is detected. Take the OR of the point that brightness changes from ** tacitly when said image is investigated from the top of the head, and said upper eyelid field, and the 2nd upper eyelid candidate point group is detected. The distance between the 1st upper eyelid line and said 2nd upper eyelid candidate point group is calculated toward the direction of the top of the head, and it is characterized by detecting the 2nd upper eyelid line as respectively nearest point group.

[0013] Moreover, the point that the detection equipment of the upper eyelid field of this invention investigates the image which photoed near the eye of a person face in the direction of a jaw from the top of the head, and brightness changes from ** tacitly, A original field detection means to output the original field signal which is the field across which it faces in that it changes to ***** and **, An upper eyelid candidate field detection means to output the upper eyelid candidate field signal which is a larger field than a threshold with the width of face of said Hara field signal, It is characterized by the average of the brightness value in said upper eyelid candidate field signal consisting of an upper eyelid field detection means to output the upper eyelid field signal which is the darkest field.

[0014] Moreover, the detection equipment of the eye's inner corner, outer canthus, and upper eyelid field of this invention 1st eye structure candidate detection means by which consider as an input the upper eyelid field signal of an image and this image which photoed near the eye of a person face, investigate this image from a certain one direction, and brightness outputs the 1st eye structure candidate point which is the point of changing from ** with dark and **, 2nd eye structure candidate detection means by which investigate said image from the direction where said directions differ, and brightness outputs the 2nd eye structure candidate point which is the point of changing from ** with dark and **, The OR of said upper eyelid field signal, said 1st eye structure candidate point, and said 2nd eye structure candidate point is searched for, and it is characterized by consisting of an eye's inner corner and an outer-canthus point, and an OR means to output an upper eyelid line signal.

[0015] Moreover, an upper eyelid detection means to detect an upper eyelid field from the image with which the detection equipment of the structure of the eye of this invention photoed near the eye of a person face, The 1st eye structure detection means which detects an eye's inner corner and an outer-canthus point, and the 1st upper eyelid line from said image, 2nd eye structure candidate check appearance means by which investigate said image from the top of the head, and brightness outputs the 2nd eye structure candidate point as a point of changing from ** tacitly, An OR means to output the 3rd eye structure candidate point in quest of the OR of said upper eyelid field and said 2nd eye structure candidate point, The distance to the

direction of the top of the head between said 1st upper eyelid line and said 3rd eye structure candidate point is calculated, and it is characterized by consisting of an upper eyelid detection means to output the 2nd upper eyelid line as respectively nearest point group.

[0016]

[Function] The principle of this invention is detected in the description which shows an upper eyelid, an eye's inner corner, and an outer canthus below.

– Make an upper eyelid:(1) upper eyelid into a boundary with other parts which have covered the eyeball and the eyeball fundamentally.

(2) The upper eyelid is accompanied by the black eyelash.

(3) Since the boundary of a black eyelash part and the part of a pupil is hardly in sight as for the upper eyelid of the part which is in contact with the pupil, make it into the boundary of a parenchyma top eyelash and the skin.

(4) the upper eyelid of the part which is in contact with pewter — the boundary of an eyelash and the skin, or the boundary of an eyeball and other parts — both look good. Distinction of an endpoint is difficult continuously visible [an eyelash / in many cases] with the shadow of a wrinkle. For this reason, supposing the upper eyelid line an eye's inner corner and near an outer canthus is located in the part into which the eye's inner corner and the outer-canthus point extended far back very much (after-mentioned), it is seen in the direction perpendicular to ****, and is located in the darkest point.

(5) Upper eyelids are wrinkles (duplex eyelid etc.) which run to two or more parallel. It often follows.

[0017] In many cases, the eyelid with a fold has accomplished the thin line, and when it sees in the direction parallel to a line, it has not accomplished the edge.

– An eye's inner corner:(1) eye's inner corner presupposes that it is located in the point that the boundary of an eyeball and other parts extended far back most. Therefore, suppose that it is located in the darkest point compared with the surroundings.

– An outer-canthus:(1) outer canthus presupposes that it is located in the point that the boundary of an eyeball and other parts extended far back most. Therefore, suppose that it is located in the darkest point compared with the surroundings.

[0018] The detection approach of the structure of the eye of this invention detects an upper eyelid, and an eye's inner corner and an outer-canthus point with the above-mentioned image description, and a parameter is little simple configuration and it realizes them as follows.

[0019] The upper eyelid is accompanied by the eyelash, and near an eye, when a pupil is removed, it is the darkest field. Make the point where an eyelash starts at this time into the part where ** -> dark and brightness change from the top of the head, and let a field until it changes with the deepest ** -> dark -> ** of an eyelash be the candidate field of an upper eyelid. Point that ** -> dark and brightness change here when it sees in a certain direction Step(-) Edge, ** -> dark -> **, and point of changing V-Ditch Edge It will call. Moreover, field across which it faces with these two edges It will be called a Step (-) - V-Ditch field. The above-mentioned edge and a field are shown in drawing 11 . Step(-) Edge Secondary differential can detect [the primary differential of an image] as a point of 0 by negative. To this appearance V-Ditch Edge The primary differential of an image can detect as a point forward in secondary differential by 0. Step (-) - V-Ditch Edge The primary differential of an image can detect as a field forward in secondary differential by negative. The upper eyelid and pupil out of the above-mentioned upper eyelid candidate field can be easily distinguished by the width of face of a field. That is, in a field larger than the magnitude of a pupil, breadth makes the field where the average of the brightness value in the field is the darkest an upper eyelid field. The surroundings of an eye do not have change of big boom hoisting, and that of this upper eyelid field detection approach are strong to the effect of the shadow by change of lighting conditions. The above-mentioned upper eyelid field is equivalent to the upper eyelid field 32 to the input image 31 shown in drawing 2 .

[0020] In case it asks for the upper eyelid line of an eye's inner corner and an outer-canthus point, and its neighborhood, as compared with the surroundings, the darkest point is searched for first. if it compares with the secondary differential which this corresponded with the location whose primary differential of an image is 0, and was used with the conventional technique —

more — low — since it is a degree, the effectiveness of being hard coming to win popularity the effect of a noise etc. will be acquired. Moreover, since the edge is not accomplished if an eyelid with a fold is seen from a direction parallel to a wrinkle, the data detected by this processing are not influenced not related at all.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2500726号

(45) 発行日 平成 8 年 (1996) 5 月 29 日

(24) 登録日 平成 8 年 (1996) 3 月 13 日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|----------|---------------|---------|
| A 6 1 B 5/107 | | 7638-2 J | A 6 1 B 5/10 | 3 0 0 Z |
| G 0 6 T 1/00 | | | G 0 6 F 15/62 | 3 8 0 |

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平 4-153128

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 6 月 12 日

(65) 公開番号 特開平 6-78901

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 3 月 22 日

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 坂本 静生

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

審査官 河原 英雄

(54) 【発明の名称】 上まぶた領域、目頭・目尻・上まぶた領域及び目の構造の検出方法及び装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人物顔の目付近を撮影した画像を頭頂から顎方向に調べたときに、明るさが明から暗に変化する点と、明から暗そして明に変化する点で挟まれる領域を検出し、
該領域の幅が瞳幅を基準とするしきい値よりも広く、
該領域内の輝度値の平均が最も暗い領域として上まぶた領域を検出することを特徴とする上まぶた領域の検出方法。

【請求項 2】 人物顔の目付近を撮影した画像から上まぶた領域を検出し、
前記画像上の明るさが回りと比較して最も暗い点を求め、目頭・目尻点とその付近の上まぶた線候補点群を検出し、
前記上まぶた領域と、前記上まぶた候補点群との論理和

2

をとって目頭・目尻点とその付近の上まぶた線を検出することを特徴とする目頭・目尻・上まぶた領域の検出方法。

【請求項 3】 人物顔の目付近を撮影した画像から上まぶた領域を検出し、
前記画像から目頭・目尻点とその付近の第 1 の上まぶた候補点群 1 を検出し、
前記上まぶた領域と、前記第 1 の上まぶた候補点群との論理和をとって目頭・目尻点とその付近の第 1 の上まぶた線を検出し、
前記画像を頭頂方向から調べたときに明るさが明から暗に変化する点と前記上まぶた領域との論理和をとって第 2 の上まぶた候補点群を検出し、
頭頂方向に向かって第 1 の上まぶた線と前記第 2 の上まぶた候補点群との間の距離を計算し、それぞれ最も近い

点群として第2の上まぶた線を検出することを特徴とする目の構造の検出方法。

【請求項4】 人物顔の目付近を撮影した画像を頭頂から顎方向に調べ、明るさが明から暗に変化する点と、明から暗そして明に変化する点で挟まれる領域である原領域信号を出力する原領域検出手段と、前記原領域信号の幅があるしきい値よりも大きい領域である上まぶた候補領域信号を出力する上まぶた候補領域検出手段と、前記上まぶた候補領域信号の中の輝度値の平均が最も暗い領域である上まぶた領域信号を出力する上まぶた領域検出手段とからなることを特徴とする上まぶた領域の検出装置。

【請求項5】 人物顔の目付近を撮影した画像と該画像の上まぶた領域信号を入力とし、該画像をある一方向から調べ、明るさが明から暗そして明と変化する点である第1の目構造候補点を出力する第1の目構造候補検出手段と、前記画像を前記方向とは異なる方向から調べ、明るさが明から暗そして明と変化する点である第2の目構造候補点を出力する第2の目構造候補検出手段と、前記上まぶた領域信号と前記第1の目構造候補点と前記第2の目構造候補点の論理和を求め、目頭・目尻点と上まぶた線信号を出力する論理和手段とからなることを特徴とする目頭・目尻・上まぶた領域の検出装置。

【請求項6】 人物顔の目付近を撮影した画像から上まぶた領域を検出する上まぶた検出手段と、前記画像から目頭・目尻点と第1の上まぶた線を検出する第1の目構造検出手段と、前記画像を頭頂方向から調べ、明るさが明から暗に変化する点として第2の目構造候補点を出力する第2の目構造候補点検出手段と、前記上まぶた領域と前記第2の目構造候補点との論理和を求め第3の目構造候補点を出力する論理和手段と、前記第1の上まぶた線と前記第3の目構造候補点との間の、頭頂方向への距離を計算し、それぞれ最も近い点群として第2の上まぶた線を出力する上まぶた検出手段とからなることを特徴とする目の構造の検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、人物画像から目の構造を検出する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】人物画像から、目の上まぶた線と目頭・目尻点を検出する従来方式の一例として、文献「顔の線画像からの特徴線抽出」(岡田・桐山・中村・南著、工学院大学研究報告第48号昭和60年4月)に基づいて説明する。

【0003】図2において、目付近が撮影されている入力画像31が与えられているとし、またx軸とy軸をそ

れぞれ同図の横軸・縦軸方向とする。このとき、目の性質に応じた性質を持つx軸及びy軸方向の1次微分オペレータを上記入力画像31に適用する。該1次微分オペレータは画像中の明→暗または暗→明への変化を検出するのに適している。このオペレータ出力が、上記x・y両軸方向でそれぞれ極大値となる画素を、該各軸方向のエッジとし、その出力を上記1次微分オペレータの出力強度で与える。

【0004】該x・y各軸方向のエッジ画像各々において8連結のラベル付けを行ない、線分を構成する。8連結で線分を構成することとは、図3において注目画素をa0としたときの近傍8画素a1…a8にエッジ画素が存在するか否かを判定していく手法である。また該各線分毎にエッジ強度の平均と分散を求める。該エッジ強度の平均と分散が小さい場合、その線分は上まぶたを構成しないと考慮して、適当なしきい値で2値化処理を行なって、x・y各軸方向のエッジ2値画像である図4と図5を得る。

【0005】ここで、上まぶた線は1本のエッジ線分から構成され、該エッジ線分は上に凸で、該線分と該線分の端点と端点を結ぶ直線とで作られる閉曲線内部の濃度分布が、瞳や睫毛部分といった暗い部分を多く含むような、特徴的な分布をしていると考える。また目頭・目尻点は上記エッジ線分の両端点であると考え、以下で上まぶた線と目頭・目尻点の検出処理を詳細に説明する。

(1)上に凸である線分を図5より抽出する。ここで、線分が上に凸であることの定義は、図6に基づいて以下のように定める。

【0006】(1a)線分の端点と端点を通る直線と、それに垂直で線分上の任意の点との距離を求め、最長距離となる点を求める

(1b)上記(1a)で求めた最長距離が、線分の端点と端点を通る直線の上方に位置すれば上に凸であると定義する。

(2)図5上の凸の線分においてその中の1本に注目し、目頭が位置する方の端点と、その点から9画素目の点を通る線分の長さを2aとする。該線分を目頭方向に更にaだけ伸ばして、底辺2a、高さ3aの、図7に示したような二等辺三角形を設定する。更にこの三角形において、端点の水平位置以下である図7上の実線部中に存在する線分を、図4の画像から抽出する。

(3)上記(2)で設定した直線を、 l_1 とし、 l_1 と検出された線との交点から左右に4画素離れた点を通る直線を l_2 としたとき、 l_1 と l_2 とのなす角 θ を求める(図8参照)。

(4)上記(2)で検出した線がそれに連続すれば、 θ はある程度小さくなくてはならない。そこでその角度のしきい値 $Th\theta$ を適当に定め、

$\theta \leq Th\theta$ (1)

を満足する線を抽出する。上記(2)で検出された線分が複数存在する場合には、 θ が最小である線分を抽出する。

(5) 上に凸な線分全てに対して、上記(2)から(4)を適用する。処理された上に凸な線分と、各々に対して抽出された線分は連結されて、上まぶた線の候補線分となる。

(6) 上まぶた線の候補線のうちの1本に注目し、端点と端点を通る直線により、図9に示すような閉曲線を設定する。

(7) 各閉曲線内で式(2)で与えられたしきい値 ThG 以上の高濃度値の部分の頻度(図9の点部)を求め

る。

$$ThG = (G_{max} - G_{min}) / 5 \quad (2)$$

但し、 $G_{max} \cdot G_{min}$ は閉曲線内の最大、最小濃度値とする。

(8) 上記(7)で求めた高濃度値の頻度が最大となる線を上まぶた線として抽出する。一方、全ての線が高濃度値の部分を含まない場合、上まぶた線が存在しないとして、目の候補領域の設定をやり直す。

(9) 検出された上まぶた線から、過剰に検出された目尻の皺を除去する。上まぶた線の端点と端点を通る直線と、それに垂直で線上の任意の点との距離を求め、最長距離となる点を求める。

(10) 上記(9)で求めた点と目尻側の端点により、上記(9)と同様の距離を求める。最長距離点から目尻側の端点までを除去する(図10参照)。

以上の処理で得られた線分を上まぶた線とし、その両端点を目頭・目尻点とすることにより、目的が達せられた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前記上まぶたと目頭・目尻点の従来の検出方法は、与えられた画像に対してうまく動作させるために調整しなければならないパラメータが数多く存在した。また処理自体も複雑であり、うまく動作しなかった場合のパラメータの調整が困難である。また、ここで用いているエッジ情報だけでは目尻点は皺と滑らかに接続しており、目尻点であることの判定は微妙な判断に頼らずを得ないため、照明の条件等に対して弱かった。また線分の曲率に近い条件で目頭・目尻点を得ているが、二重まぶたの位置によっては検出結果が大きく影響を受けてしまった。

【0009】本発明の目的は、第一に照明条件等の影響を受けない、処理対象の人物固有の値を得ることである。第二の目的は、加齢や二重まぶたによる影響を許容することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の上まぶた領域の検出方法は、人物顔の目付近を撮影した画像を頭頂から

頭方向に調べたときに、明るさが明から暗に変化する点と、明から暗そして明に変化する点で挟まれる領域を検出し、該領域の幅が瞳幅を基準とするしきい値よりも広く、該領域内の輝度値の平均が最も暗い領域として上まぶた領域を検出することを特徴とする。

【0011】また本発明の目頭・目尻・上まぶた領域の検出方法は、人物顔の目付近を撮影した画像から上まぶた領域を検出し、前記画像上の明るさが回りと比較して最も暗い点を求め、目頭・目尻点とその付近の上まぶた線候補点群を検出し、前記上まぶた領域と、前記上まぶた線候補点群との論理和をとって目頭・目尻点とその付近の上まぶた線を検出することを特徴とする。

【0012】また本発明の、目の構造の検出方法は、人物顔の目付近を撮影した画像から上まぶた領域を検出し、前記画像から目頭・目尻点とその付近の第1の上まぶた線候補点群を検出し、前記上まぶた領域と、前記第1の上まぶた線候補点群との論理和をとって目頭・目尻点とその付近の第1の上まぶた線を検出し、前記画像を頭頂方向から調べたときに明るさが明から暗に変化する点と前記上まぶた領域との論理和をとって第2の上まぶた線候補点群を検出し、頭頂方向に向かって第1の上まぶた線と前記第2の上まぶた線候補点群との間の距離を計算し、それぞれ最も近い点群として第2の上まぶた線を検出することを特徴とする。

【0013】また本発明の上まぶた領域の検出装置は、人物顔の目付近を撮影した画像を頭頂から頭方向に調べ、明るさが明から暗に変化する点と、明から暗そして明に変化する点で挟まれる領域である原領域信号を出力する原領域検出手段と、前記原領域信号の幅があるしきい値よりも大きい領域である上まぶた線候補領域信号を出力する上まぶた線候補領域検出手段と、前記上まぶた線候補領域信号の中の輝度値の平均が最も暗い領域である上まぶた線領域信号を出力する上まぶた線領域検出手段とからなることを特徴とする。

【0014】また本発明の目頭・目尻・上まぶた領域の検出装置は、人物顔の目付近を撮影した画像と該画像の上まぶた領域信号を入力とし、該画像をある一方向から調べ、明るさが明から暗そして明と変化する点である第1の目構造候補点を出力する第1の目構造候補検出手段と、前記画像を前記方向とは異なる方向から調べ、明るさが明から暗そして明と変化する点である第2の目構造候補点を出力する第2の目構造候補検出手段と、前記上まぶた線領域信号と前記第1の目構造候補点と前記第2の目構造候補点の論理和を求め、目頭・目尻点と上まぶた線信号を出力する論理和手段とからなることを特徴とする。

【0015】また本発明の目の構造の検出装置は、人物顔の目付近を撮影した画像から上まぶた領域を検出する上まぶた検出手段と、前記画像から目頭・目尻点と第1の上まぶた線を検出する第1の目構造検出手段と、前記

画像を頭頂方向から調べ、明るさが明から暗に変化する点として第2の目構造候補点を出力する第2の目構造候補点検出手段と、前記上まふた領域と前記第2の目構造候補点との論理和を求め第3の目構造候補点を出力する論理和手段と、前記第1の上まふた線と前記第3の目構造候補点との間の、頭頂方向への距離を計算し、それぞれ最も近い点群として第2の上まふた線を出力する上まふた検出手段とからなることを特徴とする。

【0016】

【作用】本発明の原理は、上まふた・目頭・目尻を以下10に示す特徴で検出するものである。

・上まふた：

(1) 上まふたは、基本的には眼球と眼球を覆っている他の部分との境界とする。

(2) 上まふたは、黒い睫毛を伴っている。

(3) 瞳と接している部分の上まふたは、黒い睫毛部分と瞳の部分の境界がほとんど見えないため、実質上睫毛と肌との境界とする。

(4) 白目と接している部分の上まふたは、睫毛と肌との境界或いは眼球とその他の部分との境界どちらも良く20見える。睫毛は皺の影と連続して見える場合が多く端点の判別は難しい。このため目頭や目尻付近の上まふた線は、目頭・目尻点が非常に奥まった部分に位置するとすると(後述)、瞼縁に垂直な方向に見て最も暗い点に位置する。

(5) 上まふたは複数の平行に走る皺(二重瞼等)をししばしば伴っている。

【0017】多くの場合、二重まふたは細い線状を成しており、線に平行な方向に見たときにはエッジを成していない。

・目頭：

(1) 目頭は、眼球とその他の部分との境界の最も奥まった点に位置するとする。故に回りと比べて最も暗い点に位置するとする。

・目尻：

(1) 目尻は、眼球とその他の部分との境界の最も奥まった点に位置するとする。故に回りと比べて最も暗い点に位置するとする。

【0018】本発明の目の構造の検出方法は、上記画像特徴を持つ上まふたと目頭・目尻点を検出するもので、40パラメータが少なく単純な構成で、以下のように実現する。

【0019】上まふたは睫毛を伴っており、目の付近では瞳を除くと最も暗い領域である。このとき睫毛の始まる地点を頭頂方向から明→暗と輝度に変化する個所とし、睫毛の最も濃い明→暗→明と変化するまでの領域を上まふたの候補領域とする。ここで、ある方向に見たときに明→暗と輝度に変化する点を Step (-) Edge、明→暗→明と変化する点を V-Ditch Edge と呼ぶことにする。またこの2つのエッジで挟

まれる領域を Step (-) ~ V-Ditch 領域と呼ぶことにする。上記エッジ及び領域を、図11に示す。Step (-) Edge は、画像の1次微分が負で2次微分が0の地点として検出できる。同様に V-Ditch Edge は画像の1次微分が0で2次微分が正の地点として検出できる。Step (-) ~ V-Ditch Edge は画像の1次微分が負で2次微分が正の領域として検出できる。上記上まふた候補領域の中からの上まふたと瞳は、領域の幅で簡単に判別することができる。即ち横幅が瞳の大きさよりも広い領域で、その領域内の輝度値の平均が最も暗い領域を上まふた領域とする。目の回りは大きな起伏の変化もなく、この上まふた領域検出方法は照明条件の変化による影の影響に強い。図2に示した入力画像31に対して上記上まふた領域は、上まふた領域32に相当する。

【0020】目頭・目尻点とその付近の上まふた線を求める際には、まず回りと比較して最も暗い点を求める。これは画像の1次微分が0である位置と一致しており、従来技術で用いていた2次微分と比較するとより低次であるためにノイズ等の影響を受け難くなるという効果が得られることになる。また二重まふたは、皺と平行な方向から見るとエッジを成していないため、本処理で検出されるデータとは全く関係なく、影響を受けない。更に目頭・目尻点が上まふたの一部であることから、前記上まふた領域との論理和をとることで、目頭・目尻点とその付近の上まふた線を得ることができる。図2に示した入力画像31に対して上記目頭・目尻点とその付近の上まふた線は、目尻33・目頭34・第1の上まふた線35に相当する。

30 【0021】瞳付近の上まふた線を求める際には、頭の方から見たときに画像の2次微分が0である位置を求めた後、目頭・目尻点とその付近の上まふた線に最も近い点群を得ることにより実現する。画像の2次微分を用いる点は、従来の技術と同様であるが、他の安定に求められる情報と組み合わせることにより、より安定に位置を求めることが可能となる。図2に示した入力画像31に対して瞳付近の上まふた線は、第2の上まふた線36に相当する。

【0022】

【実施例】本発明の上まふた領域の検出装置を、図1を用いて説明する。

【0023】目付近が撮影されている入力画像信号11を頭頂から顎方向に調べる Step (-) ~ V-Ditch 領域検出手段(原領域検出手段)1により Step (-) ~ V-Ditch 領域信号12を得る。該 Step (-) ~ V-Ditch 領域信号12の、横幅があるしきい値よりも大きい領域である領域を上まふた候補領域信号13として上まふた候補領域検出手段2により得る。前記上まふた候補領域信号13の領域内の輝度値の平均値を各々計算し、該平均値が最も暗

い領域を上まふた領域信号14として上まふた領域検出手段3により得ることにより、上まふた領域検出装置21を実現することができる。

【0024】前記 Step (-) ~ V-Ditch 領域検出手段1の一実現例を、図14を用いて説明する。入力画像信号11を入力とする、該画像をある一方向について1次微分する、1次微分画像演算手段41により1次微分画像信号51を得る。前記入力画像信号11を入力とする、前記方向と同方向について2次微分する、2次微分画像演算手段42により2次微分画像信号52を得る。前記1次微分画像信号51と前記2次微分画像信号52をそれぞれ2値化手段43、44で2値化し、1次微分2値画像信号53、2次微分2値画像信号54を得る。前記1次微分2値画像信号53を論理負演算手段45により、1次微分2値論理負画像信号55を得る。該1次微分2値論理負画像信号55と、前記2次微分2値画像信号54の論理和を計算する Step (-) ~ V-Ditch 領域判別手段46により、Step (-) ~ V-Ditch 領域画像信号56を得ることにより、Step (-) ~ V-Ditch 領域検出手段1を実現することが出来る。

【0025】次に本発明の目頭・目尻・上まふた領域の検出装置を、図12を用いて説明する。

【0026】人物顔の目付近を撮影した入力画像信号11と該画像の上まふた領域信号14を入力とし、該画像をある一方向から調べる第1の V-Ditch Edge 検出手段(第1の目構造候補検出手段)4により、第1の V-Ditch Edge 信号15を得る。また前記画像を前記方向と異なる一方向から調べる第2の V-Ditch Edge 検出手段(第2の目構造候補検出手段)5により、第2の V-Ditch Edge 信号16を得る。

【0027】前記上まふた領域信号14と前記第1の V-Ditch Edge 信号15と前記第2の V-Ditch Edge 信号16の論理和を求め、目頭・目尻点と上まふた線信号17を第1の論理和手段6から得る、目頭・目尻と上まふた検出装置22を実現することができる。

【0028】前記 V-Ditch Edge 検出手段4、5の一実現例を、図15を用いて説明する。入力画像信号11を入力とする、該画像をある一方向について1次微分する、1次微分画像演算手段41により1次微分画像信号51を得る。前記入力画像信号11を入力とする、前記方向と同方向について2次微分する、2次微分画像演算手段42により2次微分画像信号52を得る。前記1次微分画像信号51を2値化手段43で2値化し、1次微分2値画像信号53を得る。該1次微分2値画像53の境界線における前記2次微分画像信号52の符号を調べ、正であれば V-Ditch Edge 信号57を出力する V-Ditch Edge 判別手

段47により、V-Ditch Edge 検出手段を実現することが出来る。

【0029】ここでは、最小構成となるように、方向の異なる V-Ditch Edge 検出手段を2つ組み合わせ用いているが、更に方向の異なる V-Ditch Edge 検出手段を付け加えてもよい。

【0030】次に本発明の目の構造の検出装置を、図13を用いて説明する。

【0031】人物顔の目付近を撮影した入力画像信号11を入力とする上まふた領域の検出装置21から上まふた領域信号14を得る。また目頭・目尻点・上まふた領域の検出装置22により前記画像から目頭・目尻点と上まふた線信号17を得る。

【0032】前記画像を頭頂方向から調べる Step (-) Edge 検出手段7により Step (-) Edge 信号18を得る。前記上まふた領域信号14と前記 Step (-) Edge 信号18を用い、第2の論理和手段8により上まふた候補信号19を得る。前記目頭・目尻点と上まふた線信号17と前記上まふた候補信号19との頭頂方向の点間距離を各々の点について計算し、最も近い点群として上まふた線信号20を上まふた検出手段9により得る目の構造の検出装置23を実現することができる。

【0033】前記上まふた領域の検出装置21は、本発明の上まふた領域の検出装置と同様の効果を満たす装置であればよい。また前記目頭・目尻・上まふた領域の検出装置22は、本発明の目頭・目尻・上まふた領域の検出装置と同様の効果を満たす装置であればよい。

【0034】前記 Step (-) Edge 検出手段7の一実現例を、図16を用いて説明する。入力画像信号11を入力とする、該画像をある一方向について1次微分する、1次微分画像演算手段41により1次微分画像信号51を得る。前記入力画像信号11を入力とする、前期方向と同方向について2次微分する、2次微分画像演算手段42により2次微分画像信号52を得る。前期2次微分画像信号52を2値化手段44で2値化し、2次微分2値画像信号54を得る。該2次微分2値画像54の境界線における前記1次微分画像信号51の符号を調べ、正であれば、Step (-) Edge Edge 信号58を出力する Step (-) Edge 判別手段48により、Step (-) Edge 検出手段を実現することが出来る。

【0035】

【発明の効果】本発明により、目の詳細構造を従来より簡易かつ非常に少ないパラメータにより、より安定に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の上まふた領域の検出装置の一実施例の構成図である。

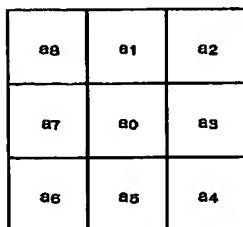
【図2】処理対象となる人物顔画像である。

【図3】8連結による線分の構成法の説明図である。
 【図4】従来手法における上まふた線抽出用x軸方向エッジ画像である。
 【図5】従来手法における上まふた線抽出用y軸方向エッジ画像である。
 【図6】線分が上に凸である説明図である。
 【図7】従来手法における線分追跡の説明図である。
 【図8】従来手法における線分追跡の説明図である。
 【図9】従来手法における上まふた検出手法の説明図である。
 【図10】従来手法における上まふた検出手法の説明図である。
 【図11】Step(-) Edge・V-Ditch Edge とその2つのエッジで挟まれた領域の説明図である。
 【図12】本発明の目頭・目尻・上まふたの検出装置の一実施例の構成図である。
 【図13】本発明の目の構造の検出装置の一実施例の構成図である。
 【図14】Step(-)~V-Ditch 領域検出手段の一実施例の構成図である。
 【図15】V-Ditch Edge 検出手段の一実施例の構成図である。
 【図16】Step(-) Edge 検出手段一実施例の構成図である。
 【符号の説明】
 1 Step(-)~V-Ditch 領域検出手段
 2 上まふた候補領域検出手段
 3 上まふた領域検出手段
 4 第1の V-Ditch Edge 検出手段
 5 第2の V-Ditch Edge 検出手段
 6 第1の論理和手段
 7 Step(-) Edge 検出手段
 8 第2の論理和手段
 9 上まふた検出手段

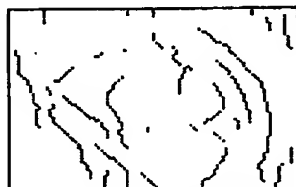
* 11 入力画像信号
 12 Step(-)~V-Ditch 領域信号
 13 上まふた候補領域信号
 14 上まふた領域信号
 15 第1の V-Ditch Edge 信号
 16 第2の V-Ditch Edge 信号
 17 目頭・目尻と上まふた信号
 18 Step(-) Edge 信号
 19 上まふた候補信号
 20 上まふた信号
 21 上まふた領域の検出装置
 22 目頭・目尻・上まふたの検出装置
 23 目の構造の検出装置
 31 入力画像
 32 上まふた領域
 33 目尻
 34 目頭
 35 第1の上まふた線
 36 第2の上まふた線
 41 1次微分画像演算手段
 42 2次微分画像演算手段
 43、44 画像2値化手段
 45 論理負演算手段
 46 Step(-)~V-Ditch 領域判別手段
 47 V-Ditch Edge 判別手段
 48 Step(-) Edge 判別手段
 51 1次微分画像信号
 52 2次微分画像信号
 53 1次微分2値画像信号
 54 2次微分2値画像信号
 55 1次微分2値論理負画像信号
 56 Step(-)~V-Ditch 領域画像信号
 57 V-Ditch Edge 画像信号
 58 Step(-) Edge 画像信号

*

【図3】



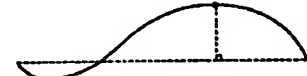
【図4】



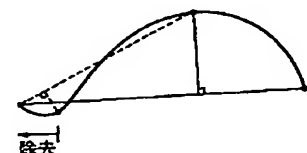
【図5】



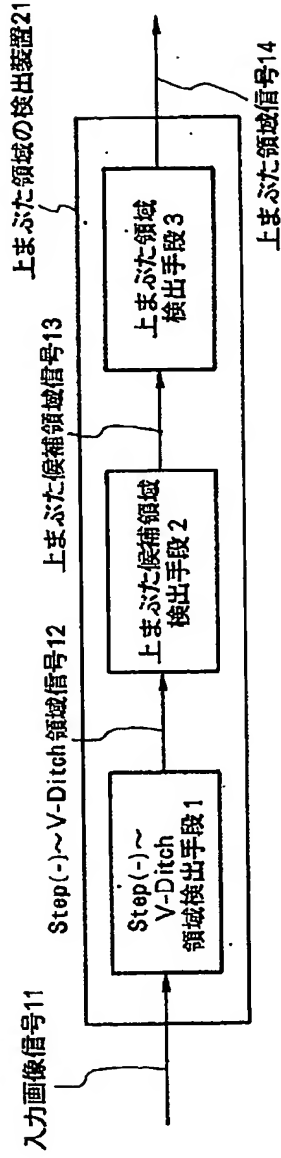
【図6】



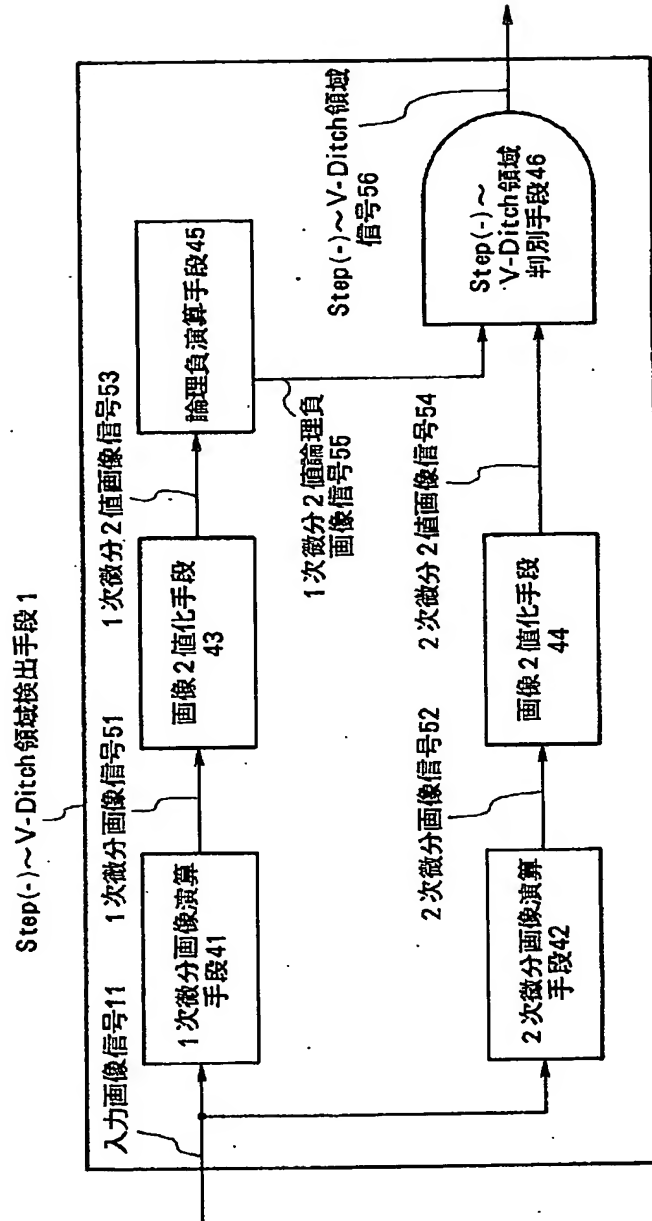
【図10】



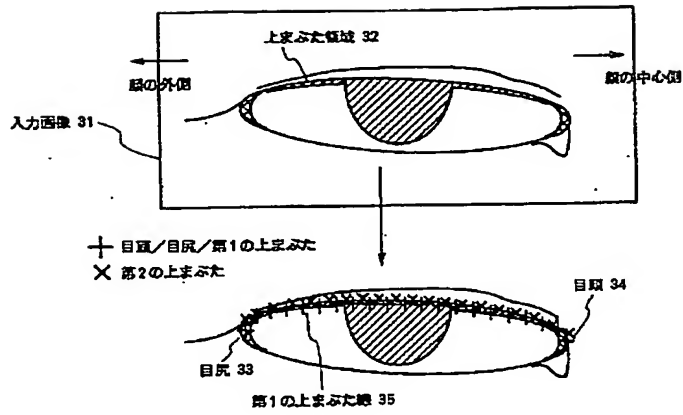
【図1】



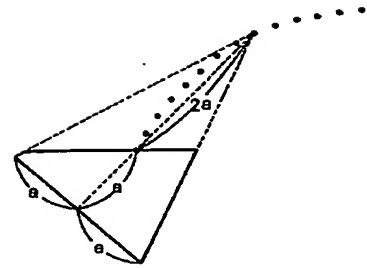
【図14】



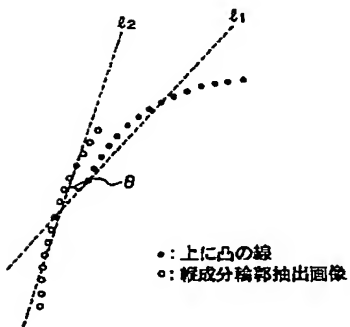
【図2】



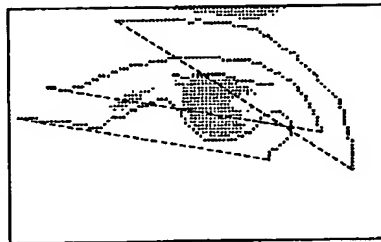
【図7】



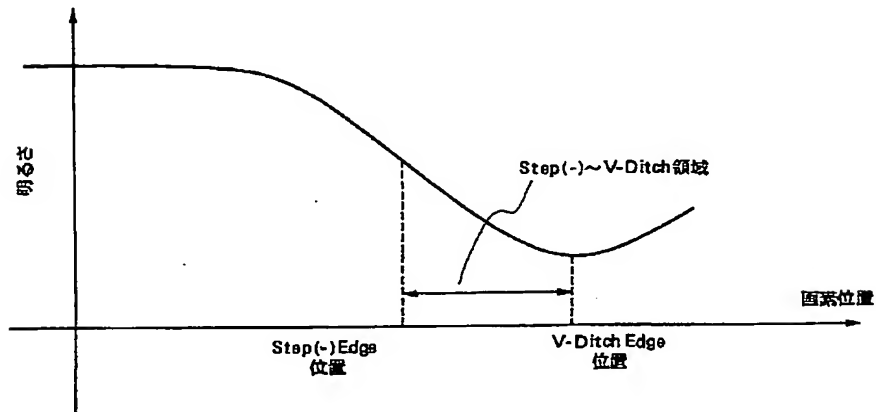
【図8】



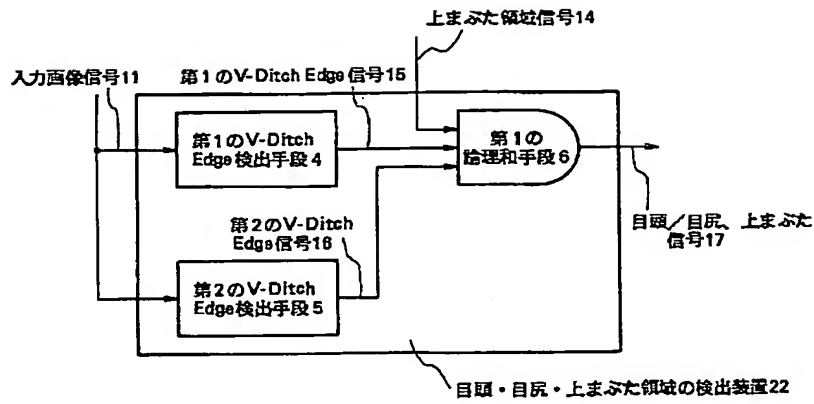
【図9】



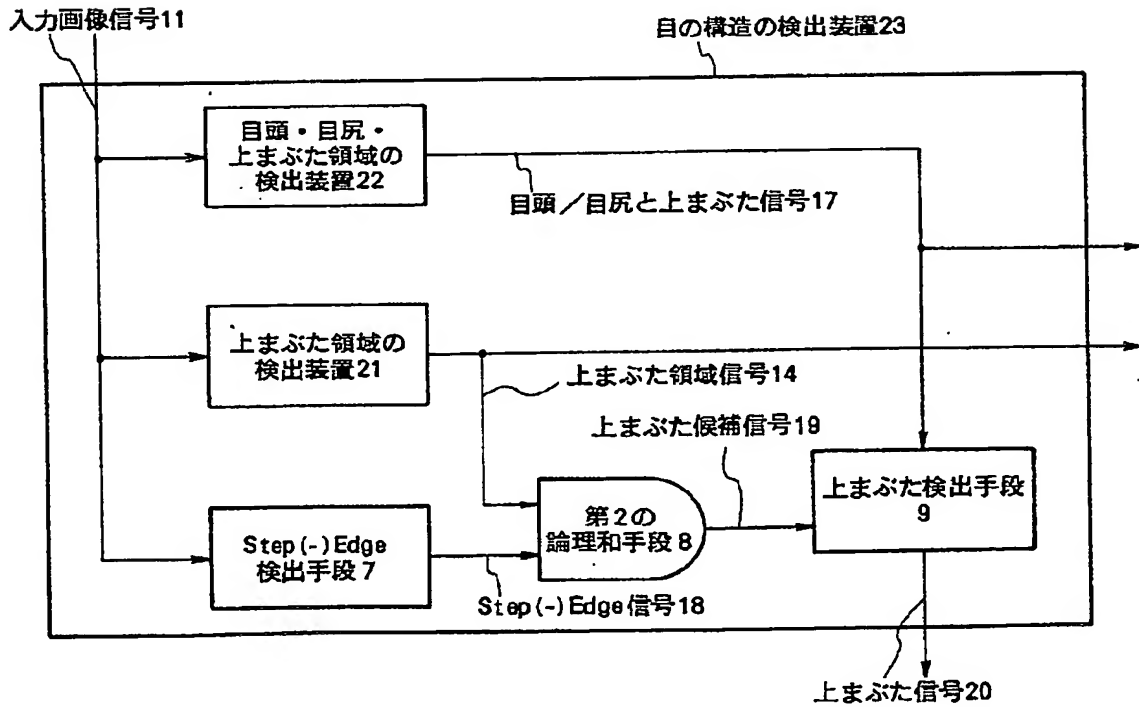
【図11】



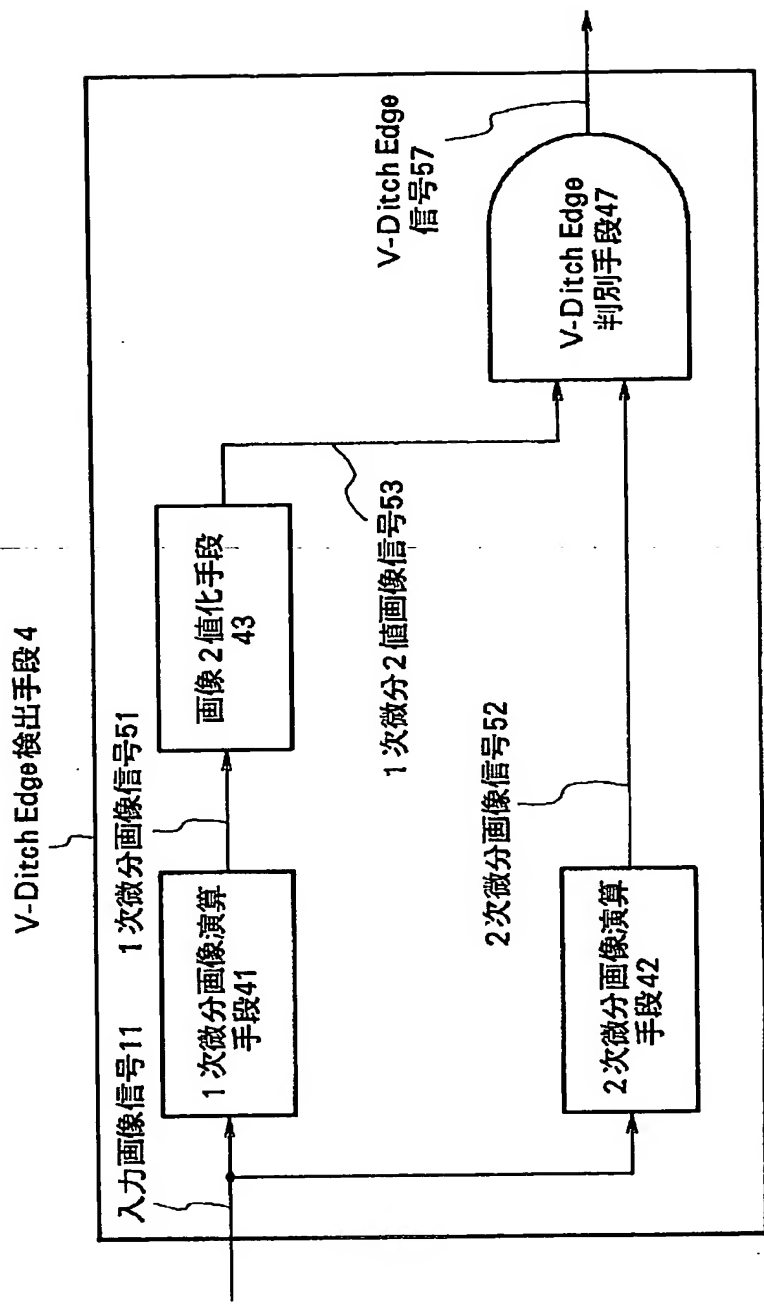
【図12】



【図13】



【図15】



(11)

【図16】

